

17 SEP. 2004



REC'D 17 DEC 2004

WIPO

PCT

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

BEST AVAILABLE COPY

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 01 SEP. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

26bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.42.94.86.54

Code de la propriété intellectuelle-livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: DATE DE DÉPÔT:	Jean LEHU BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS France
Vos références pour ce dossier: B14415 PM-DD2570VR	

<b>1 NATURE DE LA DEMANDE</b>				
Demande de brevet				
<b>2 TITRE DE L'INVENTION</b>				
		PROCÉDE DE MICRO-LITHOGRAPHIE UTILISANT UN MASQUE A SURFACE COURBE.		
<b>3 DECLARATION DE PRIORITE OU REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE FRANCAISE</b>		Pays ou organisation	Date N°	
<b>4-1 DEMANDEUR</b>				
Nom	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE			
Rue	31-33, rue de la Fédération			
Code postal et ville	75752 PARIS 15ème			
Pays	France			
Nationalité	France			
Forme juridique	Etablissement Public de Caractère Scientifique, technique et Ind			
<b>5A MANDATAIRE</b>				
Nom	LEHU			
Prénom	Jean			
Qualité	Liste spéciale: 422-5 S/002, Pouvoir général: 7068			
Cabinet ou Société	BREVATOME			
Rue	3, rue du Docteur Lancereaux			
Code postal et ville	75008 PARIS			
N° de téléphone	01 53 83 94 00			
N° de télécopie	01 45 63 83 33			
Courrier électronique	brevets.patents@brevallex.com			
<b>6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS</b>		Fichier électronique	Pages	Détails
Texte du brevet		textebrevet.pdf	12	D 9, R 2, AB 1
Dessins		dessins.pdf	4	page 4, figures 10, Abrégé: page 2, Fig.3
Désignation d'inventeurs				
Pouvoir général				

<b>7 MODE DE PAIEMENT</b>				
Mode de paiement		Prélèvement du compte courant		
Numéro du compte client		024		
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>				
Etablissement immédiat				
<b>9 REDEVANCES JOINTES</b>		Devise	Taux	Quantité
062 Dépôt		EURO	0.00	1.00
063 Rapport de recherche (R.R.)		EURO	320.00	1.00
068 Revendication à partir de la 11ème		EURO	15.00	2.00
Total à acquitter		EURO		350.00

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Signé par

Signataire: FR, Brevatome, J.Lehu

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

Fonction

Mandataire agréé (Mandataire 1)



## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITE

### Réception électronique d'une soumission

Il est certifié par la présente qu'une demande de brevet (ou de certificat d'utilité) a été reçue par le biais du dépôt électronique sécurisé de l'INPI. Après réception, un numéro d'enregistrement et une date de réception ont été attribués automatiquement.

Demande de brevet : X

Demande de CU :

<b>DATE DE RECEPTION</b>	17 septembre 2003	
<b>TYPE DE DEPOT</b>	INPI (PARIS) - Dépôt électronique	Dépôt en ligne: X Dépôt sur support CD:
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUE PAR L'INPI</b>	0350561	
<b>Vos références pour ce dossier</b>	B14415 PM-DD2570VR	

**DEMANDEUR**

Nom ou dénomination sociale	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
Nombre de demandeur(s)	1
Pays	FR

**TITRE DE L'INVENTION**

PROCEDE DE MICRO-LITHOGRAPHIE UTILISANT UN MASQUE A SURFACE COURBE.

**DOCUMENTS ENVOYES**

package-data.xml	Requetefr.PDF	application-body.xml
Design.PDF	ValidLog.PDF	fee-sheet.xml
FR-office-specific-info.xml	Comment.PDF	textebrevet.pdf
dessins.pdf	indication-bio-deposit.xml	request.xml

**EFFECTUE PAR**

Effectué par:	J.Lehu
Date et heure de réception électronique:	17 septembre 2003 16:31:58
Empreinte officielle du dépôt	CD:74:72:2A:5F:46:78:9E:26:A7:65:C8:B6:1D:52:4A:F2:47:D6:32

/ INPI PARIS, Section Dépôt /

SIEGE SOCIAL  
INSTITUT 26 bis, rue de Saint Petersburg  
NATIONAL DE 75300 PARIS cedex 08  
LA PROPRIETE Téléphone : 01 53 04 53 04  
INDUSTRIELLE Télécopie : 01 42 03 59 30

## PROCEDE DE MICRO-LITHOGRAPHIE UTILISANT UN MASQUE A SURFACE COURBE

### DESCRIPTION

#### 5    DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTERIEUR

L'invention concerne les techniques de lithographie permettant de reproduire des motifs de petites tailles sur un substrat. La taille des motifs concernés par cette invention est par exemple  
10    inférieure à 10 microns.

L'invention, de par la taille des motifs mis en œuvre, s'applique notamment au domaine des micro et nanotechnologies. Diverses applications industrielles peuvent être visées, par exemple la  
15    fabrication d'écrans plats, de mémoires, de nanosystèmes, de microsytèmes ou de bio-puces.

Différentes techniques de lithographies sont connues et utilisées aujourd'hui dans l'industrie. La plupart demandent l'emploi d'équipements très  
20    coûteux de type photorépéteur en ultra-violet profond à la longueur d'onde de 248, 193 ou 157nm ou l'emploi de rayonnements X mous à la longueur d'onde de 13nm ou de machines à faisceaux d'électrons. Ces équipements peuvent valoir d'une dizaine à plusieurs dizaines de  
25    millions d'euros.

Certaines techniques à bas coût commencent à apparaître, et elles font appel à des techniques d'embossage, d'encrage ou d'impression connues dans l'imprimerie ou la mise en forme des matières  
30    plastiques. On pourra par exemple se reporter à

l'article de S.Y. Chou et al., Applied Physics Letters, 67(21), P 3114-3116, 1995.

Cependant ces techniques sont limitées en résultat à cause de problèmes liés à la résolution et à son homogénéité. En effet, après fabrication par lithogravure d'un masque portant les motifs à reproduire, il faut mettre en contact de manière la plus parfaite possible le substrat et le masque ; cette étape, difficile sur des surfaces de l'ordre de quelques  $\text{cm}^2$ , est pratiquement impossible pour des surfaces supérieures à quelques dizaines de  $\text{cm}^2$ . Il faut en effet aligner et superposer, puis mettre en contact de manière homogène deux surfaces globalement planes, mais dont les surfaces ne sont cependant pas identiques. Il s'ensuit un défaut d'homogénéité dans la résolution obtenue. Diverses publications ont mis en évidence ce type de problème par exemple dans les différents articles du « Proceedings of the International workshop on nanoimprint lithography, 16-17 janvier 2002, Université de Lund, Suède » et aussi dans l'article de N. Roos et al. intitulé « Nanoimprint lithography with a commercial 4 inch bond system for hot embossing », SPIE 2001 Emerging Technologies ainsi que dans l'article intitulé « Roller nanoimprint lithography » T. Hua et al., JVST B 16 (6) (1998) 3926-3928 ou dans l'article de S.Y. Chou et al. déjà cité ci-dessus.

#### EXPOSÉ DE L'INVENTION

L'invention concerne d'abord, un procédé de préparation d'un masque de lithographie, comportant :

- une étape de réalisation de motifs sur un substrat ou un masque plan,

- une étape de report des motifs sur un support courbe ou présentant localement ou en au moins un point ou une zone de sa surface au moins une courbure non nulle.

La zone à courbure non nulle a par exemple une superficie d'au moins 0,5 ou 1 cm<sup>2</sup>, ou de l'ordre du cm<sup>2</sup>, par exemple comprise entre 0,5 cm<sup>2</sup> et 10 cm<sup>2</sup>.

10 L'invention propose un procédé de réalisation d'un masque, dont la surface n'est pas plane du fait d'un report d'un masque initialement plan sur un support au moins localement courbe. Différentes formes de support à courbure non nulle peuvent  
15 convenir, par exemple la surface extérieure d'un cylindre.

Après report, il est possible de mettre en contact, de manière progressive et contrôlée, la surface d'un substrat avec la surface du masque.

20 Le problème d'homogénéité rencontré ne se pose donc plus car on revient au cas de mise en contact de deux surfaces de quelques cm<sup>2</sup>.

En outre l'invention permet d'éviter la réalisation d'un masque directement sur une surface  
25 courbe, réalisation difficile à mettre en oeuvre.

Le masque plan peut être par exemple en Silicium ou en dioxyde de silicium.

Il peut aussi avoir une structure SOI, comportant une couche d'un matériau semiconducteur, une  
30 couche enterrée d'isolant et un substrat. Dans ce

dernier cas, une étape d'amincissement du substrat de la structure SOI peut en outre être prévue.

L'étape de report peut comporter préalablement un amincissement du substrat plan, puis  
5 l'installation d'un substrat poignée.

Le support courbe peut quant à lui être en métal, ou en verre ou en matériau plastique.

Des moyens peuvent être prévus dans le support courbe pour réaliser une déformation locale de  
10 ce support.

L'invention concerne aussi un masque de lithographie comportant un support présentant une courbure non nulle en au moins un point de sa surface, et un substrat en Silicium ou en silice comportant une  
15 pluralité de motifs appliqués contre cette surface.

#### BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La figure 1 représente schématiquement une étape de lithographie par faisceau d'électrons,

la figure 2 représente le masque plan,  
20 après lithographie,

la figures 3A à 3C représentent diverses étapes de report,

la figure 4 représente un détail d'un masque sur sa surface de support courbe, après report,

25 les figures 5A à 5B représentent un marquage d'un substrat à l'aide d'un masque selon l'invention,

la figure 6 représente une structure SOI.



**EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION DE L'INVENTION**

L'invention met tout d'abord en œuvre une première étape de réalisation de motifs sur un masque plan.

5 Une technique de lithographie peut être utilisée, par exemple par faisceau d'électrons.

La figure 1 représente schématiquement un masque 2 sur lequel des motifs doivent être écrits à l'aide d'un tel faisceau d'électrons 4 d'un appareil de  
10 lithographie.

Le faisceau est produit par une source 6, telle qu'un filament en W, ou LaB<sub>6</sub> ou par TFE (« thermal field effect » ou effet de champ thermique) est dirigé et focalisé, à l'aide de lentilles électro  
15 magnétiques 8, 10, vers le masque 2.

L'équipement de lithographie est par exemple un équipement de lithographie par contact muni de moyens de déplacement et/ou de rotation du substrat ou du masque 2.

20 Cette première étape permet d'obtenir des motifs gravés 10 sur un substrat 12, comme illustré sur la figure 2. La largeur L de chaque motif peut être inférieure à 10 $\mu$ m, par exemple comprise entre 10 nm et 100nm (notamment en vue de la réalisation de micro-  
25 pointes dans les écrans plats) ou entre 100nm et 5 $\mu$ m. Pour une application dans le domaine des mémoires magnétiques L sera comprise entre 10 nm et 20 nm. Pour une application dans le domaine des transistors L pourra être par exemple comprise entre 1 $\mu$ m et 10 $\mu$ m.

30 Il est ensuite procédé au report de ces motifs sur un support courbe ou présentant au moins une

courbure non nulle en au moins un point ou une zone de sa surface ou sur toute sa surface ou sur une zone de taille comparable ou sensiblement égale à celle des motifs gravés.

5                   A cet effet, il peut être préalablement  
procédé à un amincissement du substrat 12 (FIG.3A), à  
l'installation d'un substrat 14 dit « poignée » (FIG.  
3B), pris au report de l'ensemble sur un support 16  
présentant une telle courbure (FIG. 3C). Selon  
10 l'exemple de la figure 3C, le support 16 présente une  
portion cylindrique, vue en coupe sur cette la figure.

On obtient ainsi un masque courbe 20 dont  
un détail est représenté sur la figure 4.

15                   L'exemple de réalisation donné permet donc  
de fabriquer un masque courbe à l'aide de deux  
technologies, la lithographie et le report de couche.

20                   La fabrication de petits motifs directement  
sur une surface de masque « courbe » est difficile à  
mettre en œuvre ; en particulier , dans un masqueur  
électronique pour la lithographie, ces difficultés sont  
liées à des problèmes de profondeur de champ : le  
faisceau électronique ne garde pas la même dimension  
quand on se déplace sur sa longueur.

25                   Selon l'exemple ci-dessus, l'étape de  
lithogravure est donc d'abord effectuée sur un masque  
plan dans un matériau usuel pour la lithographie par  
faisceaux d'électrons, par exemple le Silicium ou  
l'oxyde de silicium, puis la couche imagée est détachée  
et reportée sur un support au moins localement courbe.

30                   Les figures 5A et 5C représentent  
l'utilisation d'un tel masque.

Le masque courbe 20, dont les motifs sont désignés globalement par la référence 22, est mis en contact avec la couche superficielle 24 (par exemple : en résine polymère) d'un substrat 26 (par exemple en  
5 Silicium ou dioxyde de silicium).

Puis (figure 5B), il est procédé à la rotation du masque et/ou au déplacement du substrat 26.

Les surfaces en contact, respectivement du masque et du substrat, ont une surface de l'ordre du  
10  $\text{cm}^2$ , par exemple comprise entre  $0,5 \text{ cm}^2$  et  $10 \text{ cm}^2$ .

Il en résulte (figure 5C), après enlèvement du masque 20, un substrat 26 portant une image 30 en surface.

Le matériau du masque 2 est de préférence  
15 adapté au report c'est-à-dire qu'il a une inactivité chimique envers le substrat 26, et une souplesse suffisante dans l'épaisseur utilisée pour être reporté sur une surface courbe. Le silicium, la silice sont des matériaux présentant ce type de propriétés, ainsi que  
20 le nitrure, l'aluminium et, de façon générale, les matériaux utilisés dans la fabrication des circuits intégrés.

On peut aussi utiliser un substrat de type SOI, la gravure étant réalisée dans la couche  
25 superficielle de Silicium.

Les structures SOI permettent usuellement la réalisation de certains composants semiconducteurs. De telles structures sont par exemple décrites dans le document FR 2681472.

30 Comme illustré sur la figure 6, une structure SOI comporte une couche 32 de matériau

semiconducteur, par exemple du Silicium monocristallin, dans laquelle peuvent être réalisés les composants proprement dits, et sous laquelle se trouve une couche enterrée 34 d'isolant, par exemple du dioxyde de silicium. L'ensemble repose sur un substrat 36, lui aussi en matériau semiconducteur, par exemple en Silicium.

Typiquement, la couche superficielle 32 a par exemple une épaisseur d'environ 10 à 1000nm (elle peut aussi être de plus de 1 $\mu$ m), tandis que la couche 34 a une épaisseur de l'ordre de quelques centaines de nm, par exemple 400nm.

Le support courbe 16 du masque peut-être réalisé dans différents matériaux choisis pour leur propriété de rigidité (tout métal ou verre) ou alors pour leur facilité de mise en forme. Un support plastique (par exemple : Polypropylène, ou PVC, ...), peut aussi être utilisé, la déformation de ce type de matériau permettant un meilleur contact entre le masque et le substrat.

D'autre part, des dispositifs, de type microsystemes (par exemple un actionneur électrostatique de piézoélectrique), peuvent être fixés à l'intérieur du support courbe pour permettre une déformation locale du support, et donc un meilleur placement des motifs à reproduire.

A titre d'exemple, un masqueur électronique Leica VB6HR est utilisé pour écrire des motifs de 50nm sur une tranche de silicium sur isolant (SOI) de 200nm de diamètre. Après l'étape de lithographie, la couche supérieure de silicium, d'une épaisseur de 100nm, est

décollée du substrat par une méthode décrite dans le document FR - 02 03909, qui met en œuvre une implantation ionique puis une fracture, ainsi que l'utilisation d'une poignée. puis reportée sur un support courbe en verre. Ce support est par exemple un cylindre d'un diamètre au moins égal à  $200/3.14=64\text{nm}$ .

L'étape de report de l'image par impression pourra alors se faire à une température comprise entre  $20^{\circ}\text{C}$  et  $250^{\circ}\text{C}$ , en exerçant une pression comprise entre 300 et 4800psi, et pour une vitesse de rouleau comprise entre 0.5 et 1.5 cm/minute.

L'invention permet de mettre en œuvre une étape de lithographie homogène de motifs sub-microniques avec des équipements de bas-coût, grâce à l'utilisation d'un masque courbe.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de préparation d'un masque de lithographie, comportant :
  - 5 - une étape de réalisation de motifs (10) sur un masque plan (12),
  - une étape de report des motifs sur un support (16) ayant une courbure non nulle en au moins un point de sa surface.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, les motifs étant réalisés par lithographie par faisceau d'électrons (4).
- 15 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, le masque plan étant en silicium ou en dioxyde de silicium.
- 20 4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, le masque plan (32) ayant une structure SOI, comportant une couche d'un matériau semiconducteur, une couche enterrée (34) d'isolant et un substrat (36).
- 25 5. Procédé selon la revendication 4, comportant en outre une étape d'amincissement du substrat (36) de la structure SOI.
- 30 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, l'étape de report comportant préalablement un amincissement du masque plan (12), puis l'installation d'un substrat (14) poignée.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, le support courbe (16) étant en métal, ou en verre ou en matériau plastique.

5 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, des moyens permettant de réaliser une déformation locale du support (16) à courbure non nulle.

10 9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, les motifs (10) ayant une dimension maximale comprise entre 50nm et 10 $\mu$ m.

15 10. Masque de lithographie comportant un support (16) présentant une courbure non nulle en au moins un point de sa surface, et un substrat (12), en Silicium ou en silice ou en nitrure ou en aluminium, comportant une pluralité de motifs (10) et appliqué contre cette surface.

20

11. Masque selon la revendication 10, le support étant en métal ou en verre ou en matériau plastique.

25 12. Masque selon l'une des revendications 10 ou 11, comportant en outre des moyens pour induire une déformation locale dudit support (16).

14415.3 PM

11

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, le support courbe (16) étant en métal, ou en verre ou en matériau plastique.

5 8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, comportant en outre une étape de déformation locale du support (16) à courbure non nulle.

10 9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, les motifs (10) ayant une dimension maximale comprise entre 50nm et 10µm.

15 10. Masque de lithographie comportant un support (16) présentant une courbure non nulle en au moins un point de sa surface, et un substrat (12), en Silicium ou en silice ou en nitrure ou en aluminium, comportant une pluralité de motifs (10) et appliqué contre cette surface.

20 11. Masque selon la revendication 10, le support étant en métal ou en verre ou en matériau plastique.

25 12. Masque selon l'une des revendications 10 ou 11, comportant en outre des moyens pour induire une déformation locale dudit support (16).



1 / 4

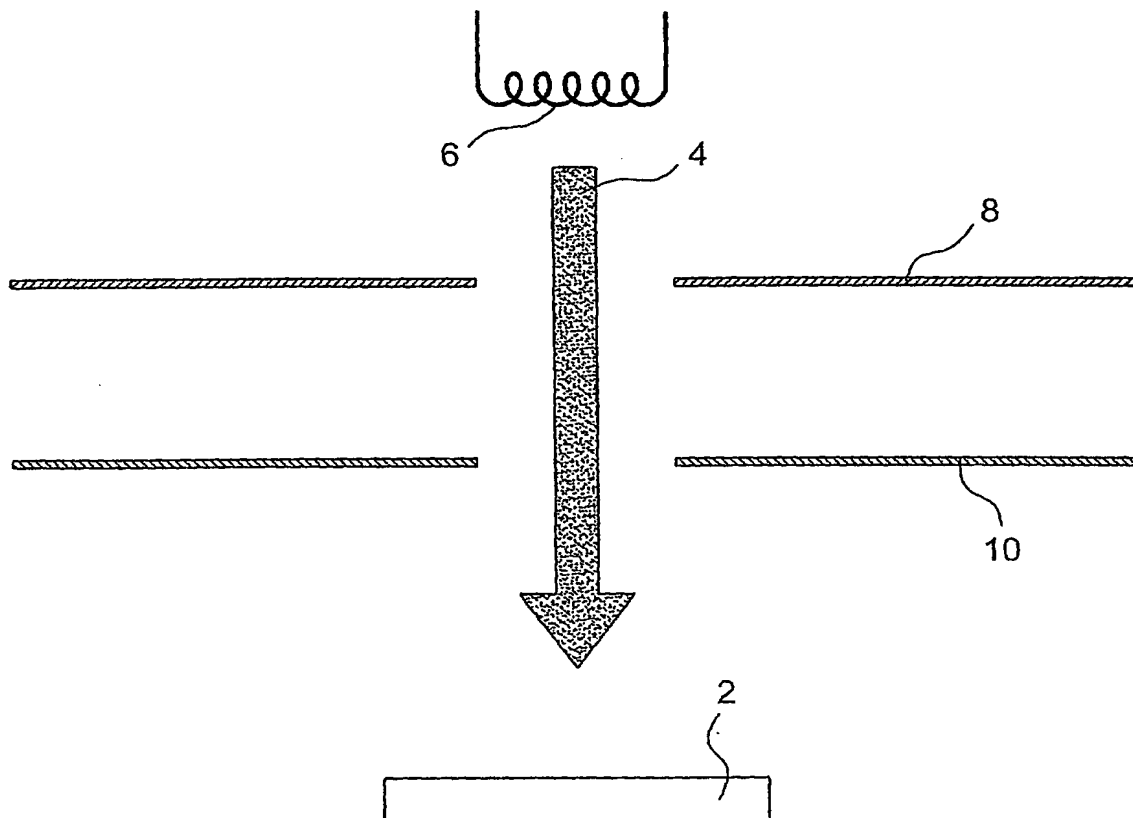


FIG. 1

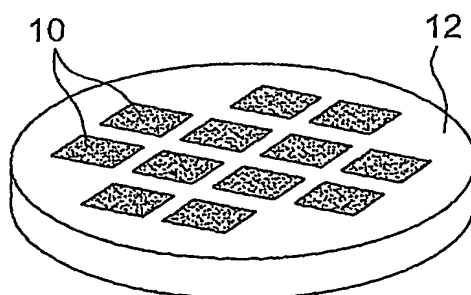


FIG. 2

2 / 4

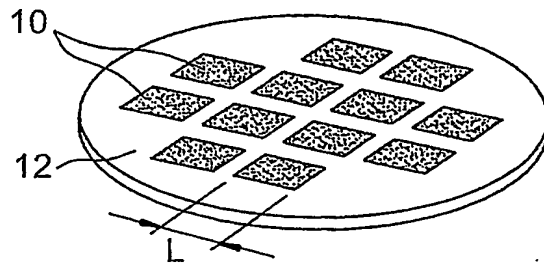


FIG. 3A

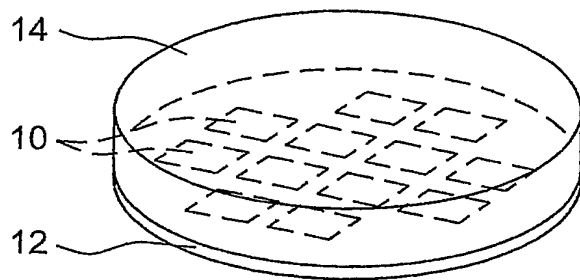


FIG. 3B

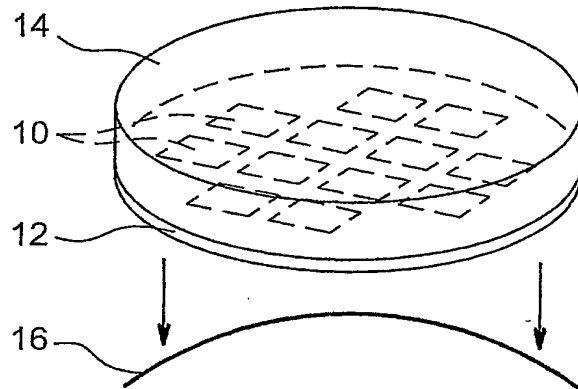


FIG. 3C

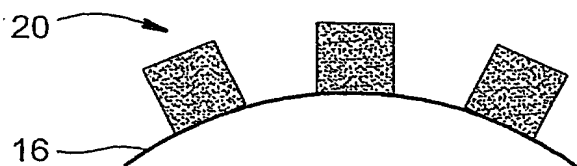


FIG. 4

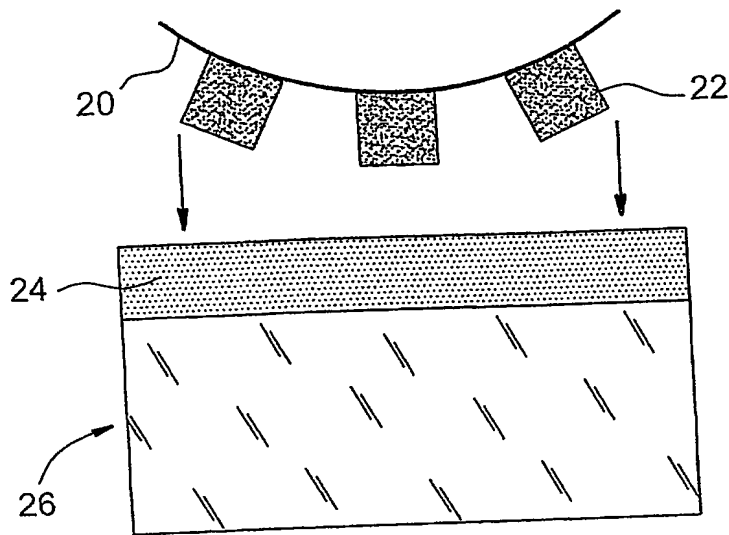


FIG. 5A

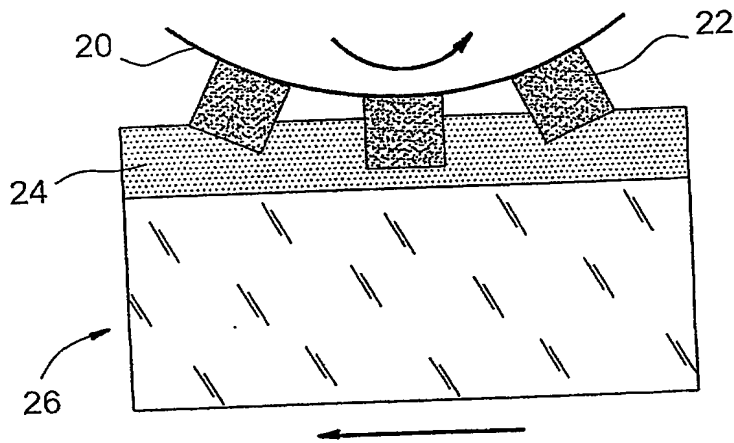


FIG. 5B

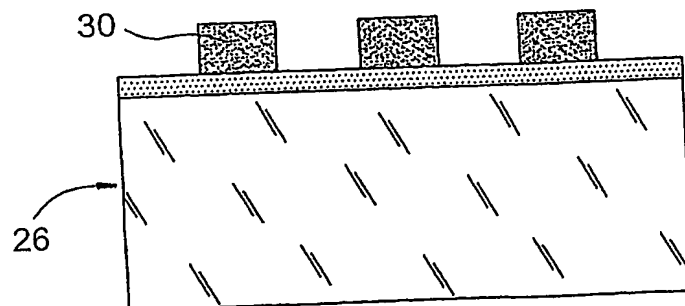


FIG. 5C

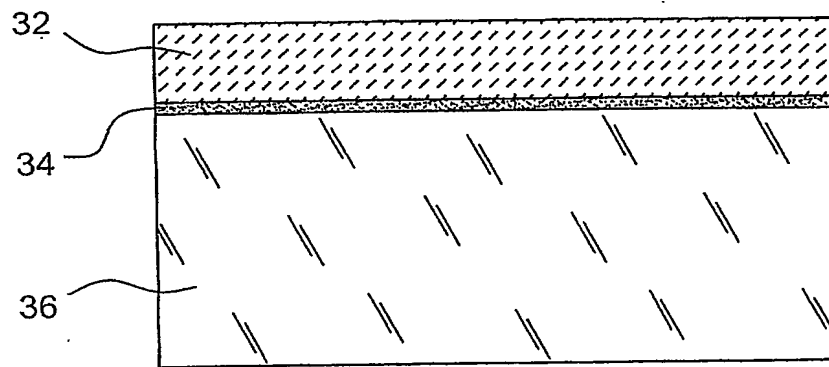


FIG. 6



## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITE

### Désignation de l'inventeur

Vos références pour ce dossier	B14415 PM-DD2570VR
N°D'ENREGISTREMENT NATIONAL	
TITRE DE L'INVENTION	
	PROCEDE DE MICRO-LITHOGRAPHIE UTILISANT UN MASQUE A SURFACE COURBE.
LE(S) DEMANDEUR(S) OU LE(S) MANDATAIRE(S):	
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S):	
Inventeur 1	
Nom	GUIBERT
Prénoms	Jean-Charles
Rue	4, Beau Rivoire
Code postal et ville	38960 SAINT- ETIENNE- DE -CROSSEY
Société d'appartenance	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Signé par

Signataire: FR, Brevatome, J.Lehu

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

Fonction

Mandataire agréé (Mandataire 1)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**